

P23804.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Yutaka TAKAKUBO

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : SCANNING OPTICAL SYSTEM

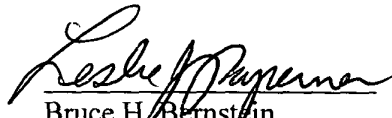
**CLAIM OF PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2002-265668, filed September 11, 2002. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,  
Yutaka TAKAKUBO

  
Bruce H. Bernstein  
Reg. No. 29,027

*Reg. No.*  
**33,329**

September 9, 2003  
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.  
1950 Roland Clarke Place  
Reston, VA 20191  
(703) 716-1191

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月11日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-265668

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-265668 ]

出 願 人

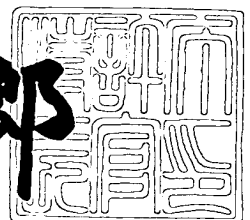
Applicant(s):

ペンタックス株式会社

2003年 6月 4日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3043321

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP02009

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 26/10

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

【氏名】 高窪 豊

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100098235

【弁理士】

【氏名又は名称】 金井 英幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062606

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9812486

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 走査光学系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の間隔を空けて平行に並ぶ複数の走査対象に対してそれらに個別に対応する複数のレーザービームを偏向器によって動的に偏向するとともに、動的に偏向された前記レーザービームを結像光学系によって各々の走査対象上にスポット光として収束させることにより、前記各スポット光をそれらに対応する走査対象上で主走査方向に沿って走査させる走査光学系であって、

前記偏向器は、前記主走査方向に直交する副走査方向において互いに異なった入射角度をもって入射する複数のレーザービームを同時に偏向する反射面を有し、

前記結像光学系は、

前記偏向器の反射面へ斜めに入射するレーザービームのうちの少なくとも一対のレーザービームをその光学面基準軸から離れる方向に偏向しつつ、主に前記主走査方向へ収束させるための正の屈折力を、前記偏向器により偏向された全てのレーザービームに対して付与する一組の前側レンズ群と、

前記前側レンズ群を透過した前記各レーザービームのそれぞれに対し、主に副走査方向への正の屈折力を付与する複数組の後側レンズ群とを備えている

ことを特徴とする走査光学系。

【請求項 2】

前記前側レンズ群における少なくとも片面は、前記レーザービームに作用する領域毎に、異なる面形状を有する

ことを特徴とする請求項 1 記載の走査光学系。

【請求項 3】

前記前側レンズ群の前記片面は、前記各領域の境界を挟む両側のレンズ厚が互いに異なる階段状の光学面として、形成されている

ことを特徴とする請求項 2 記載の走査光学系。

【請求項 4】

前記前側レンズ群の前記片面において、前記各領域は、前記主走査方向及び前記副走査方向のそれぞれの高さに関する多項式にて表現される二次元多項式非球面として、形成されている

ことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の走査光学系。

【請求項 5】

前記前側レンズ群の二次元多項式非球面は、前記主走査方向に関して非対称な形状である

ことを特徴とする請求項 4 記載の走査光学系。

【請求項 6】

前記前側レンズ群の二次元多項式非球面は、前記副走査方向に関して非対称な形状である

ことを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の走査光学系。

【請求項 7】

前記各後側レンズ群における少なくとも片面は、互いに異なる面形状に、形成されている

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の走査光学系。

【請求項 8】

前記各後側レンズ群の前記片面は、前記主走査方向及び前記副走査方向のそれぞれの高さに関する多項式にて表現される二次元多項式非球面として、形成されている

ことを特徴とする請求項 7 記載の走査光学系。

【請求項 9】

前記後側レンズ群の二次元多項式非球面は、前記主走査方向に関し、前記光学面基準軸を挟む両側が対称な形状である

ことを特徴とする請求項 8 記載の走査光学系。

【請求項 10】

前記後側レンズ群の二次元多項式非球面は、前記副走査方向に関して非対称な形状である

ことを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の走査光学系。

【請求項 1 1】

前記偏向器に斜めに入射する前記一对のレーザービームは、前記前側レンズ群の光学面基準軸を含んで前記主走査方向と平行な仮想平面を主走査断面とすると、この主走査断面に対して同じ傾き角度をもってこの主走査断面を挟む両側をそれぞれ進行するとともに、

前記一对のレーザービームが各々透過する前記後側レンズ群は、前記主走査断面を対称面として、互いに鏡面对称な形状に、形成されている

ことを特徴とする請求項 1 乃至 1 0 の何れかに記載の走査光学系。

【請求項 1 2】

前記偏向器に斜めに入射する前記一对のレーザービームは、前記前側レンズ群の光学面基準軸を含んで前記主走査方向と平行な仮想平面を主走査断面とすると、この主走査断面に対して同じ傾き角度をもってこの主走査断面を挟む両側をそれぞれ進行するとともに、

前記前側レンズ群における前記一对のレーザービームに作用する領域は、前記主走査断面を対称面として、互いに鏡面对称な形状に、形成されている

ことを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 の何れかに記載の走査光学系。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、カラープリンターやカラーコピー機などの印刷装置に組み込まれる走査光学系に、関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

周知のように、走査光学系は、画像情報に従ってオンオフ変調されたレーザービームを回転多面鏡によって動的に偏向するとともに、動的に偏向されたレーザービームを結像光学系によって感光ドラムの表面（走査対象面）上にスポット光として収束させる。これにより、走査光学系は、スポット光を走査対象面上で主走査方向に沿って等速度で走査させ、複数のドットからなる二次元状の画像を静

電潜像として走査対象面上に形成する。

【 0 0 0 3 】

従来、カラー用の印刷装置に組み込まれる走査光学系は、色成分（例えばイエロー、マゼンダ、シアン、黒）毎に用意された感光ドラムに対し、回転多面鏡と結像光学系とを一組ずつ有していた（特許文献 1 参照）が、近年では、印刷装置の製造コストを抑えるために、回転多面鏡と結像光学系の一部とを各色成分で共通に利用する走査光学系が、開発されている（特許文献 2 参照）。

【 0 0 0 4 】

この走査光学系では、回転多面鏡に入射する前の複数（色成分の数と同数）のレーザービームは、回転多面鏡の中心軸と平行な面に沿って進行し、且つ、回転多面鏡の反射面近傍における一点において交差するように、その面内においてそれぞれ傾けられ得る（なお、このような技術については、本出願人が先にした特願 2 0 0 1 - 3 5 1 8 4 7 号の特許出願の明細書及び図面に記載されている）。この場合、各レーザービームは、回転多面鏡によって反射された後は、走査光学系の展開図である図 9 に示されるように、互いに徐々に離れながら、結像光学系を構成する一組の前側レンズ群を透過し、続いて、結像光学系を構成する複数（色成分の数と同数）組の後側レンズ群を個別に透過し、所定の間隔を空けて平行に並べられた感光ドラムへ、個別に入射する。なお、図 9 では、感光ドラムの一部が、互いに重なり合っているが、実際には、互いに隣接する感光ドラムの間には、現像器やトナーカートリッジ等を配置するための空間が、確保されている。このため、上述した走査光学系には、各感光ドラムの配置間隔と同じ間隔にまで各レーザービームを分離させるために、以下の三つの構成のうちの何れかを採る必要があった。

【 0 0 0 5 】

第一の構成としては、回転多面鏡から感光ドラムまでの光路長を長くした構成であり、第二の構成としては、回転多面鏡に入射する各レーザービームの互いの角度間隔を大きくした構成であり、第三の構成としては、前側レンズ群を透過した後の各レーザービームの光路を一枚又は複数枚のミラーによって折り曲げることにより空間的に分離量を増加させる図 1 0 のような構成である。但し、第一の

構成の場合には、印刷装置が大型化されてしまう虞があり、また、第二の構成の場合には、走査線湾曲と波面収差のねじれとを同時に補正することが困難となることによって十分な走査性能が得られなくなる虞がある。そのため、上述した走査光学系には、通常、図 1 0 のような第三の構成が採用されている。

【0 0 0 6】

【特許文献 1】

特開平 1 1 - 3 2 6 8 0 4 号公報

【特許文献 2】

特開平 1 1 - 1 1 9 1 3 1 号公報

【0 0 0 7】

【本発明が解決しようとする課題】

ところが、各レーザービームの光路上にミラーが配置される図 1 0 のような構成では、光学素子が増加する分だけコストアップの原因となるとともに、各ミラーの面精度が悪化していると、各色成分で走査性能が揃わなくなるので、各色の画像を重ね合わせた際に色ずれが生じてしまうという問題があった。

【0 0 0 8】

そこで、本発明の課題は、製造コストの増加及び色ずれの原因となるミラーを用いなくて済み、然も、光路長が長くなく且つ走査性能を低下させることなく感光ドラムの配置間隔にまで各レーザービームを十分に分離させ得る走査光学系を、提供することにある。

【0 0 0 9】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明による走査光学系は、以下のような構成を採用した。

【0 0 1 0】

すなわち、本発明による走査光学系は、所定の間隔を空けて平行に並ぶ複数の走査対象に対してそれらに個別に対応する複数のレーザービームを偏向器によって動的に偏向するとともに、動的に偏向された前記レーザービームを結像光学系によって各々の走査対象上にスポット光として収束させることにより、前記各ス



ポット光をそれらに対応する走査対象上で主走査方向に沿って走査させる走査光学系であって、前記偏向器は、前記主走査方向に直交する副走査方向において互いに異なった入射角度をもって入射する複数のレーザービームを同時に偏向する反射面を有し、前記結像光学系は、前記偏向器の反射面へ斜めに入射するレーザービームのうちの少なくとも一对のレーザービームをその光学面基準軸から離れる方向に偏向しつつ、主に前記主走査方向へ収束させるための正の屈折力を、前記偏向器により偏向された全てのレーザービームに対して付与する一組の前側レンズ群と、前記前側レンズ群を透過した前記各レーザービームのそれぞれに対し、主に副走査方向への正の屈折力を付与する複数組の後側レンズ群とを備えていることを、特徴としている。

## 【 0 0 1 1 】

このように構成されると、偏向器に入射する各レーザービームの互いの角度間隔が大きく、且つ、光路長が比較的短い場合でも、走査光学系に要求される基本的な走査性能を満たしつつ、走査線湾曲を補正でき、然も、波面のねじれを小さく抑えることができる。従って、製造コストの増加及び色ずれの原因となるミラーを用いなくても、複数の走査対象が並ぶ間隔にまで各レーザービームを分離させることができる。このため、色ずれの原因となる走査性能のバラツキを起こさせることもない。

## 【 0 0 1 2 】

## 【発明の実施の形態】

以下に説明する本実施形態の走査光学系は、印刷用紙を一回搬送する間にイエロー、マゼンダ、シアン、黒の色成分のトナー像をその印刷用紙に順次転写してカラー画像を高速に印刷するタイプのカラーレーザープリンターに組み込まれて使用されるものである。以下、図面に基づいて本実施形態を説明する。

## 【 0 0 1 3 】

図 1 は、本実施形態の走査光学系の光学構成を概略的に示す斜視図である。また、図 2 は、主走査方向に視線を向けてこの走査光学系を見たときの主要部の光学構成図である。本実施形態の走査光学系は、四つの感光ドラムのそれぞれに対して一本のレーザービームを走査する光学系である。図 1 に示されるように、四

つの感光ドラムは、イエロー用の感光ドラムY、マゼンダ用の感光ドラムM、シアン用の感光ドラムC、及び、黒用の感光ドラムKからなる。各感光ドラムY、M、C、Kは、上記の順で、所定の間隔を空けて互いに平行に並べられており、上記のレーザープリンター内では、印刷用紙の搬送方向（図1の上側から下側へ向かう方向）に沿って一列に配置されている。但し、図2には、各感光ドラムY、M、C、Kの表面が同一の走査対象面Sとして表現されている。そして、この走査光学系は、図1及び図2に示されるように、光源ユニット1、シリンドリカルレンズ2、ポリゴンミラー3及び結像光学系4を、備えている。

【0014】

#### <光源ユニット>

まず、光源ユニット1について、説明する。この光源ユニット1は、四つのレーザーダイオードを一体化したチップや、各レーザーダイオードから発散光束として発振されるレーザービームをそれぞれ平行光束に変換するコリメートレンズ等を、備える。この光源ユニット1からは、互いに平行となって等間隔に一列に並ぶ四本のレーザービームが、出力される。なお、各レーザービームが並ぶ方向は、上記搬送方向と平行な方向である。

【0015】

#### <シリンドリカルレンズ>

次に、シリンドリカルレンズ2について、説明する。このシリンドリカルレンズ2は、シリンドリカル面及び平面を入射側及び射出側に有するレンズであり、光源ユニット1から出力される四本のレーザービームを一点に収束させる。

【0016】

#### <ポリゴンミラー>

次に、ポリゴンミラー3について、説明する。このポリゴンミラー3は、扁平な正八角柱状に形成されており、その各側面は反射面として構成されている。また、ポリゴンミラー3は、シリンドリカルレンズ2によって四本のレーザービームが収束される一点の近傍に一側面が存在する位置に、配置されており、その中心軸3aは、上記搬送方向と平行な方向に向けられている。さらに、ポリゴンミラー3は、その中心軸3a周りに等角速度で回転駆動されるようになっており、

偏向器として機能する。このポリゴンミラー 3 は、シリンドリカルレンズ 2 を透過した後の四本のレーザービームを、その一側面において結像光学系 4 に向けて同時に反射する。このとき、ポリゴンミラー 2 が回転駆動されていれば、四本のレーザービームは、その回転に伴って動的に偏向される。

【 0 0 1 7 】

なお、四本のレーザービームが収束する一点を含んでポリゴンミラー 3 の中心軸 3 a に直交する仮想平面を「主走査断面」と定義すると、この主走査断面は、内側の一对の感光ドラム M, C の中間位置に存在している。また、ポリゴンミラー 3 に入射する 4 本のレーザービームのうち、内側の 2 本は、主走査断面を挟む両側における互いに対称な位置をそれぞれ進行し、外側の 2 本も、主走査断面を挟む両側における互いに対称な位置をそれぞれ進行する。このため、内側の 2 本について、主走査断面に対する傾き角度の絶対値が互いに同じになっており、外側の 2 本についても、内側のそれらと同様に、主走査断面に対する傾き角度の絶対値が互いに同じになっている。

【 0 0 1 8 】

#### < 結像光学系 >

次に、結像光学系 4 について、説明する。この結像光学系 4 は、走査速度補正機能付きのレンズ群であり、ポリゴンミラー 3 に近い側にある前側レンズ群 4 a と、各感光ドラム Y, M, C, K に近い側にある後側レンズ群 4 y, 4 m, 4 c, 4 k とから、構成されている。なお、これら各レンズ群 4 a, 4 y, 4 m, 4 c, 4 k における何れかの光学面は、後述するように、非回転対称な形状（本発明の特徴である二次元多項式非球面形状）に形成されており、回転対称な光学面での対称軸に相当する軸を持たない。そこで、光学面の形状を式によって表現する時に設定される原点を通る軸を「光学面基準軸」と言うことにし、この光学面基準軸を、回転対称な光学面での対称軸、すなわち、光軸に相当するものとして取り扱うことにする。

【 0 0 1 9 】

前側レンズ群 4 a は、ポリゴンミラー 2 によって動的に偏向されたレーザービームをその光学面基準軸から主走査方向及び副走査方向に向かって離れる方向に

偏向すると同時に主に主走査方向に収束させるパワーを、有する。この前側レンズ群 4 a は、その光学面基準軸 A x が主走査断面内に含まれるように、配置されている。前側レンズ群 4 a の前面 4 a - a は、回転対称な連続面として形成されており、その対称軸は、光学面基準軸 A x に一致している。一方、後面は、各レーザービームに対して異なる作用を及ぼせるように、各レーザービームが透過する領域 4 a - y, 4 a - m, 4 a - c, 4 a - k 毎に異なる面形状を有しており、然も、上記搬送方向（ポリゴンミラー 3 の中心軸 3 a 方向）において高さの異なる不連続な段状の光学面として、形成されている。但し、後面の各領域 4 a - y, 4 a - m, 4 a - c, 4 a - k の面形状の光学面基準軸は、上記光学面基準軸 A x に一致している。また、本実施形態では、内側の二本のレーザービームは主走査断面を挟む両側における互いに対称な位置をそれぞれ進行するので、後面における内側のレーザービームに作用する二つの領域 4 a - y, 4 a - k は、主走査断面を対称面として互いに鏡面对称な面形状に形成されている。また、後面における外側のレーザービームに作用する二つの領域 4 a - m, 4 a - c も、内側の二領域と同様に、主走査断面を対称面として互いに鏡面对称な面形状に形成されている。従って、この前側レンズ群 4 a は、全体的には、主走査断面を対称面としてこの対称面を挟む両側が対称となる形状に、形成されている。

#### 【 0 0 2 0 】

後側レンズ群 4 y, 4 m, 4 c, 4 k は、ポリゴンミラー 2 によって動的に偏向されたレーザービームを主に副走査方向に収束させるパワーを有し、副走査方向の像面湾曲を補正する機能をも負担するレンズである。この後側レンズ群 4 y, 4 m, 4 c, 4 k のうち、主走査断面に近い側を進行する二本のレーザービーム用の後側レンズ群 4 m, 4 c（以下、「内側の光学系」という）は、互いに鏡面对称となる形状に形成されており、主走査断面を挟む両側における対称な位置において、主走査断面を対称面とする向きでそれぞれ配置されている。また、主走査断面から遠い側を進行する二本のレーザービーム用の後側レンズ群 4 y, 4 k（以下、「外側の光学系」という）も、互いに鏡面对称となる形状に形成されており、主走査断面を挟む両側における対称な位置において、主走査断面を対称面とする向きでそれぞれ配置されている。

## 【 0 0 2 1 】

ポリゴンミラー 2 によって動的に偏向される四本のレーザービームは、これら前側レンズ群 4 a と後側レンズ群 4 y, 4 m, 4 c, 4 k とを順に透過することにより、それらに個別に対応する感光ドラム Y, M, C, K の表面に、それぞれスポット光として収束される。スポット光は、各感光ドラム Y, M, C, K の表面上を主走査方向（図 1 の矢印が示す方向）に沿って等速度に走査する。なお、各感光ドラム Y, M, C, K 上で繰り返し走査される四本のレーザービームは、画像情報に従ってオンオフ変調されるので、各感光ドラム Y, M, C, K がともに等角速度で回転していれば、各感光ドラム Y, M, C, K の表面には、複数のドットからなる二次元状の画像が静電潜像として形成される。

## 【 0 0 2 2 】

## ＜走査光学系の具体的な数値構成＞

次に、本実施形態の走査光学系の具体的な数値構成について、説明する。以下の表 1 及び表 2 には、本実施形態の走査光学系における内側及び外側の光学系の具体的な数値構成が、示されている。また、図 3 は、主走査方向に視線を向けて内側の光学系を見たときの主要部の光学構成図であり、図 4 は、主走査方向に視線を向けて外側の光学系を見たときの主要部の光学構成図である。なお、図 3 では、前側レンズ群 4 a の後面における内側のレーザービームが透過する領域 4 a - m (4 a - c) のみならず、その領域 4 a - m (4 a - c) を含む面形状全体が示されており、外側のレーザービームが透過する領域 4 a - y, 4 a - k については図示を省略されている。図 4 では、図 3 とは逆に、領域 4 a - y (4 a - k) を含む面形状全体が示されており、領域 4 a - m, 4 a - c の図示が省略されている。

## 【 0 0 2 3 】

【表 1】

| NO | Ry       | Rz       | d       | n       | DECZ  |
|----|----------|----------|---------|---------|-------|
| 1  | $\infty$ | -51.080  | 4.000   | 1.51072 | 0.00  |
| 2  | $\infty$ | $\infty$ | 97.000  | —       | —     |
| 3  | $\infty$ | $\infty$ | 62.610  | —       | 0.00  |
| 4  | -185.410 | -185.410 | 10.000  | 1.48617 | 0.00  |
| 5  | -67.000  | -100.000 | 132.470 | —       | —     |
| 6  | -427.700 | -427.700 | 5.000   | 1.48617 | 15.50 |
| 7  | -695.750 | -695.720 | 79.730  | —       | —     |
| 8  | $\infty$ | $\infty$ | —       | —       | -0.65 |

【0 0 2 4】

【表 2】

| NO | Ry       | Rz       | d       | n       | DECZ  |
|----|----------|----------|---------|---------|-------|
| 1  | $\infty$ | -51.080  | 4.000   | 1.51072 | 0.00  |
| 2  | $\infty$ | $\infty$ | 97.000  | —       | —     |
| 3  | $\infty$ | $\infty$ | 62.610  | —       | 0.00  |
| 4  | -185.410 | -185.410 | 10.000  | 1.48617 | 0.00  |
| 5  | -67.000  | -100.000 | 132.470 | —       | —     |
| 6  | -400.900 | -400.900 | 8.000   | 1.48617 | 42.00 |
| 7  | -695.720 | -695.720 | 79.730  | —       | —     |
| 8  | $\infty$ | $\infty$ | —       | —       | 3.62  |

【0 0 2 5】

これら表 1 及び表 2 において、記号 NO は、シリンドリカルレンズ 2 の入射側の面を 1 番としてこのレンズ面より射出側に向かって昇順に各光学面に付された面番号を示す。具体的には、第 1 面及び第 2 面はシリンドリカルレンズ 2 を、第 3 面はポリゴンミラー 3 の反射面を、第 4 面は、前側レンズ群 4 a の前面を、それぞれ示す。また、第 5 面は、表 1 においては前側レンズ群 4 a の内側の領域 4 a - m, 4 a - c を、表 2 においては前側レンズ群 4 a の外側の領域 4 a - y, 4 a - k を、それぞれ示し、第 6 面及び第 7 面は、表 1 においては内側の後側レンズ群 4 m, 4 c を、表 2 においては外側の後側レンズ群 4 y, 4 k を、それぞれ示し、第 8 面は、走査対象面 S を示す。また、記号 Ry は、光学面基準軸上での光学面の主走査方向の曲率半径（単位は [mm]）であり、記号 Rz は、光学面基準軸上での光学面の副走査方向の曲率半径（単位は [mm]）であり、記号 d は、次の光学面までの光学面基準軸上での距離（単位は [mm]）であり、記号 n は、設計波長 780nm での各レンズの屈折率である。また、記号 DECZ は、後側レンズ群 4 y, 4 m, 4 c, 4 k については、それらの光学面基準軸 A x'（図 3 及び図 4 参照）の上記光学面基準軸 A x からの副走査方向へのシフト量（単位は [mm]）であり、走

査対象面（第 8 面）S については、レーザービームの入射地点の上記光学面基準軸 A x' からの副走査方向へのシフト量（単位は [mm]）である。なお、全系の焦点距離は 220mm であり、走査対象面 S 上での有効走査幅は 216mm である。

## 【 0 0 2 6 】

さらに、上記光学面基準軸 A x を含んで主走査断面と直交する仮想平面を「副走査断面」と定義すると、本実施形態では、ポリゴンミラー 3 へ入射するレーザービームの光路を副走査断面に投影した場合、内側のレーザービームのポリゴンミラー 3 の側面への入射角度は、図 3 に示されるように、1. 9° であり、外側のレーザービームのポリゴンミラー 3 の側面への入射角度は、図 4 に示されるように、5. 2° である。また、ポリゴンミラー 2 へ入射するレーザービームの光路を主走査断面に投影した場合、当該レーザービームは、図 5 に示されるように、光学面基準軸 A x に対して 7 4. 0° 傾けられている。

## 【 0 0 2 7 】

なお、本実施形態では、前側レンズ群 4 a の前面（第 4 面）4 a - a は、凹の球面として形成されており、その後面（第 5 面）4 a - y, 4 a - m, 4 a - c, 4 a - k は、二次元多項式非球面として形成されている。また、内側及び外側の後側レンズ群 4 y, 4 m, 4 c, 4 k の前面（第 6 面）も、二次元多項式非球面として形成されており、その後面（第 7 面）は、凸の球面として形成されている。

## 【 0 0 2 8 】

二次元多項式非球面は、仮想的な基準平面からのサグ量が基準平面内で主走査方向（y 方向）及び副走査方向（z 方向）の二次元座標を変数とする多項式によって定義される光学曲面である。なお、この二次元座標では、基準平面に直交する単一の基準軸とこの基準平面との交点が、原点として定義されている。この二次元多項式非球面の形状を具体的に式で表すと、以下のようになる。

## 【 0 0 2 9 】

すなわち、この二次元多項式非球面は、基準平面上での点 (y, z) におけるサグ量 X(y, z)、

$$X(y, z) = C(y^2 + z^2) / \{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) C^2 (y^2 + z^2)}\} + \sum \sum B(m, n) Y^m Z^n \quad \text{--- (1)}$$

によって表現される。なお、上式(1)中、Cは、光学面基準軸上での主走査方向の曲率半径(表1のRy)の逆数(曲率)であり、 $\kappa$ は、円錐係数であり、 $B(m,n)$ は、非球面係数であり、 $m$ と $n$ は、ゼロ以上の整数である。

## 【0030】

第5面を式(1)によって表現したときの具体的な数値構成として、それらの非球面係数を表3及び表4に示す。なお、表3は、内側の光学系のものであり、表4は、外側の光学系のものである。また、表3及び表4において、ゼロである非球面係数は、表示を省略されている。また、式(1)によって表現された第5面の円錐係数 $\kappa$ は、内側の光学系についても外側の光学系についても、0.000である。

## 【0031】

【表3】

| m | n=0                       | n=1                      | n=2                       | n=3                      | n=4                       |
|---|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 0 | 0.0000                    | $1.4790 \times 10^{-1}$  | $3.4730 \times 10^{-3}$   | $-1.8260 \times 10^{-4}$ | $1.7420 \times 10^{-6}$   |
| 1 | $-1.7460 \times 10^{-5}$  | $7.9330 \times 10^{-6}$  | $2.5380 \times 10^{-6}$   | $-9.5680 \times 10^{-7}$ | $1.5070 \times 10^{-7}$   |
| 2 | $6.2720 \times 10^{-5}$   | $3.9620 \times 10^{-6}$  | $2.2500 \times 10^{-6}$   | $-6.3370 \times 10^{-8}$ | $-1.2000 \times 10^{-8}$  |
| 3 | $2.3890 \times 10^{-7}$   | $-1.4120 \times 10^{-7}$ | $6.0670 \times 10^{-8}$   | $-7.7220 \times 10^{-9}$ | $-2.3150 \times 10^{-10}$ |
| 4 | $1.5000 \times 10^{-7}$   | $1.2840 \times 10^{-9}$  | $-1.0030 \times 10^{-9}$  | $1.1830 \times 10^{-10}$ | $-6.3320 \times 10^{-12}$ |
| 5 | $-1.0560 \times 10^{-10}$ | 0.0000                   | $-1.3710 \times 10^{-13}$ | $6.6090 \times 10^{-13}$ | $-1.6460 \times 10^{-13}$ |
| 6 | $1.6890 \times 10^{-11}$  | $1.0650 \times 10^{-12}$ | $-6.8390 \times 10^{-13}$ | $1.1720 \times 10^{-13}$ | $2.2870 \times 10^{-15}$  |
| 8 | $6.1110 \times 10^{-15}$  |                          |                           |                          |                           |

## 【0032】

【表4】

| m | n=0                       | n=1                      | n=2                       | n=3                      | n=4                       |
|---|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 0 | 0.0000                    | $4.0310 \times 10^{-1}$  | $1.6570 \times 10^{-4}$   | $4.4290 \times 10^{-6}$  | $-2.0080 \times 10^{-7}$  |
| 1 | $-1.5690 \times 10^{-4}$  | $-7.7550 \times 10^{-5}$ | $3.5050 \times 10^{-5}$   | $-3.9660 \times 10^{-6}$ | $1.3770 \times 10^{-7}$   |
| 2 | $4.1050 \times 10^{-4}$   | $5.0450 \times 10^{-7}$  | $4.0540 \times 10^{-6}$   | $-1.2460 \times 10^{-8}$ | $-1.1210 \times 10^{-8}$  |
| 3 | $3.1650 \times 10^{-6}$   | $-1.2840 \times 10^{-6}$ | $1.7010 \times 10^{-7}$   | $-6.0230 \times 10^{-9}$ | $-1.3660 \times 10^{-10}$ |
| 4 | $1.6290 \times 10^{-7}$   | $1.6550 \times 10^{-8}$  | $-2.2010 \times 10^{-9}$  | $1.1180 \times 10^{-10}$ | $-6.4090 \times 10^{-12}$ |
| 5 | $-1.4820 \times 10^{-10}$ | 0.0000                   | $-1.2140 \times 10^{-12}$ | $1.4610 \times 10^{-12}$ | $-1.5490 \times 10^{-13}$ |
| 6 | $1.7710 \times 10^{-11}$  | $5.2480 \times 10^{-12}$ | $-1.4120 \times 10^{-12}$ | $9.3990 \times 10^{-14}$ | $1.8890 \times 10^{-15}$  |
| 8 | $7.8250 \times 10^{-15}$  |                          |                           |                          |                           |

## 【0033】

この表3及び表4において、 $m$ が奇数次( $m=1,3,5,\dots$ )である非球面係数が、ゼロではないため、第5面である前側レンズ群4aの後面4a-y, 4a-m, 4a-c, 4a-kは、主走査方向に関しては、光学面基準軸に対して非対称な形状となっている。また、この表3及び表4において、 $n$ が奇数次( $n=1,3,5,\dots$ )で



ある非球面係数も、ゼロではないため、この後面 4 a - y, 4 a - m, 4 a - c, 4 a - k は、副走査方向に関しても、光学面基準軸に対して非対称な形状となっている。

## 【 0 0 3 4 】

また、第 6 面を式 (1) によって表現したときの具体的な数値構成として、それらの非球面係数を表 5 及び表 6 に示す。なお、表 5 は、内側の光学系のものであり、表 6 は、外側の光学系のものである。また、表 5 及び表 6 において、ゼロである非球面係数は、表示を省略されている。また、式 (1) によって表現された第 6 面の円錐係数  $\kappa$  は、内側の光学系においても外側の光学系においても、0.000 である。

## 【 0 0 3 5 】

【表 5】

| m | n=0                       | n=1                       | n=2                       | n=3                       | n=4                       |
|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 0 | 0.0000                    | $2.1860 \times 10^{-1}$   | $1.7000 \times 10^{-2}$   | $-1.1650 \times 10^{-5}$  | $-2.5240 \times 10^{-6}$  |
| 2 | $2.3280 \times 10^{-5}$   | $-1.4020 \times 10^{-6}$  | $-2.4480 \times 10^{-7}$  | $-1.5820 \times 10^{-8}$  | $-6.6080 \times 10^{-10}$ |
| 4 | $8.0310 \times 10^{-8}$   | $-3.3670 \times 10^{-10}$ | $1.3800 \times 10^{-11}$  | $-2.9060 \times 10^{-13}$ | $-3.3280 \times 10^{-14}$ |
| 6 | $-1.2360 \times 10^{-12}$ | $1.5350 \times 10^{-14}$  | $-1.2270 \times 10^{-15}$ | $2.2660 \times 10^{-16}$  | $-2.5240 \times 10^{-18}$ |
| 8 | $-1.6530 \times 10^{-17}$ |                           |                           |                           |                           |

## 【 0 0 3 6 】

【表 6】

| m | n=0                       | n=1                       | n=2                       | n=3                      | n=4                       |
|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 0 | 0.0000                    | $4.2370 \times 10^{-1}$   | $1.4510 \times 10^{-2}$   | $7.9270 \times 10^{-6}$  | $-2.3440 \times 10^{-6}$  |
| 2 | $1.5410 \times 10^{-4}$   | $-1.9500 \times 10^{-7}$  | $-2.0920 \times 10^{-7}$  | $-1.3280 \times 10^{-8}$ | $-6.5640 \times 10^{-10}$ |
| 4 | $7.0530 \times 10^{-8}$   | $-8.3290 \times 10^{-10}$ | $3.8090 \times 10^{-11}$  | $1.6690 \times 10^{-13}$ | $-3.2900 \times 10^{-14}$ |
| 6 | $-6.2170 \times 10^{-13}$ | $3.0600 \times 10^{-14}$  | $-3.0700 \times 10^{-15}$ | $2.4940 \times 10^{-16}$ | $-2.5070 \times 10^{-18}$ |
| 8 | $3.4540 \times 10^{-17}$  |                           |                           |                          |                           |

## 【 0 0 3 7 】

この表 5 及び表 6 において、m が奇数次 ( $m=1, 3, 5, \dots$ ) の非球面係数は、全てゼロであるので、第 6 面である後側レンズ群 4 y, 4 m, 4 c, 4 k の前面においては、主走査方向に関して、形状の変化が原点に対して対称となっている。

## 【 0 0 3 8 】

この走査光学系における内側の光学系の光学性能を図 6 (a) ~ (d) に、外側の光学系の光学性能を図 7 (a) ~ (d) に、それぞれ示す。ここで、図 6 (a) 及び図

7(a)は、 $f\theta$ 誤差（走査対象面S上でのスポット光の理想位置からの主走査方向へのずれ）を示し、図6(b)及び図7(b)は、主走査方向(破線)及び副走査方向(実線)の像面湾曲（結像位置の理想平面からの光軸方向へのずれ）を示し、図6(c)及び図7(c)は、走査線湾曲（ボウ）を示し、図6(d)及び図7(d)は、波面収差を示す。何れのグラフとも、縦軸yは主走査方向の走査位置を示し、横軸は収差量を示す。また、何れのグラフとも縦軸yの単位は[mm]であり、図6(a)～(c)と図7(a)～(c)の横軸の単位も[mm]であるが、図6(d)及び図7(d)の横軸の単位は波長である。

【0039】

また、この走査光学系の波面収差図を、図8に示す。この図8の波面収差図において、収差量を表す縦軸の端点は、原点から±0.2波長の距離に位置する。

【0040】

これら図6乃至図8に示されるように、本実施形態の走査光学系は、 $f\theta$ 特性、像面湾曲などの走査光学系に要求される基本的な走査性能を満たしつつ、ボウが良好に補正されており、然も、波面のねじれが小さく抑えられている。

【0041】

<まとめ>

上述したように、結像光学系4を構成する前側レンズ群4aの後面と後側レンズ群4y、4m、4c、4kの前面とに、二次元多項式非球面を採用することにより、ポリゴンミラー3に入射する四本のレーザービームの互いの角度間隔を大きくして、光路長を短くすることができる。その結果、製造コストの増加及び色ずれの原因となるミラーを用いなくて済む。

【0042】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明によれば、製造コストの増加及び色ずれの原因となるミラーを用いなくて済み、然も、光路長が長くなく且つ走査性能を低下させることなく感光ドラムの配置間隔にまで各レーザービームを十分に分離させることができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 本発明の実施形態である走査光学系の光学構成を概略的に示す斜視図
- 【図 2】 走査光学系を主走査方向に視線を向けて見たときの光学構成図
- 【図 3】 内側の光学系を主走査方向に視線を向けて見たときの光学構成図
- 【図 4】 外側の光学系を主走査方向に視線を向けて見たときの光学構成図
- 【図 5】 走査光学系を副走査方向に視線を向けて見たときの光学構成図
- 【図 6】 内側の光学系の(a)  $f \theta$  特性(b)像面湾曲(c)走査線湾曲(d)波面収差をそれぞれ示すグラフ
- 【図 7】 外側の光学系の(a)  $f \theta$  特性(b)像面湾曲(c)走査線湾曲(d)波面収差をそれぞれ示すグラフ
- 【図 8】 走査光学系によって走査されるレーザービームの波面収差を三次元的に示すグラフ
- 【図 9】 従来の走査光学系を主走査方向から見たときの展開図
- 【図 10】 従来の走査光学系の光学構成を概略的に示す斜視図

【符号の説明】

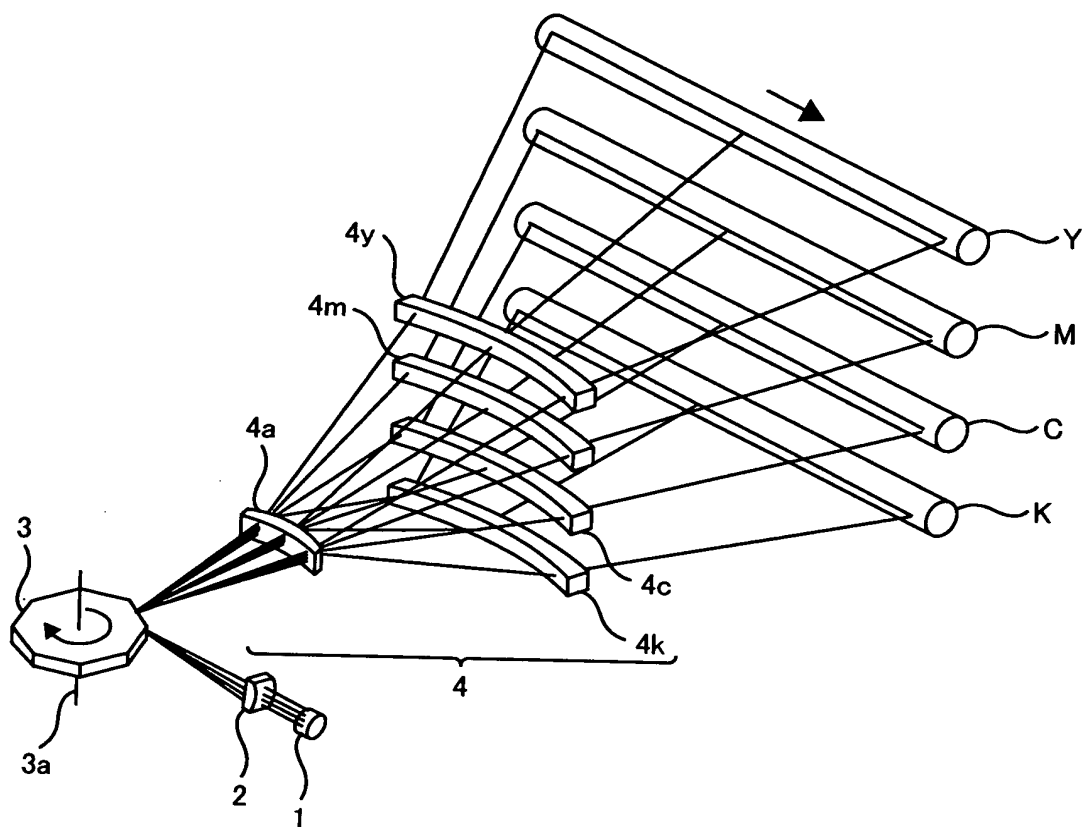
- |      |            |
|------|------------|
| 1    | 光源ユニット     |
| 2    | シリンドリカルレンズ |
| 3    | ポリゴンミラー    |
| 3 a  | 中心軸        |
| 4    | 結像光学系      |
| 4 a  | 前側レンズ群     |
| 4 y  | 後側レンズ群     |
| 4 m  | 後側レンズ群     |
| 4 c  | 後側レンズ群     |
| 4 k  | 後側レンズ群     |
| A x  | 光学面基準軸     |
| A x' | 光学面基準軸     |
| Y    | イエロー用感光ドラム |
| M    | マゼンダ用感光ドラム |
| C    | シアン用感光ドラム  |

特 2 0 0 2 - 2 6 5 6 6 8

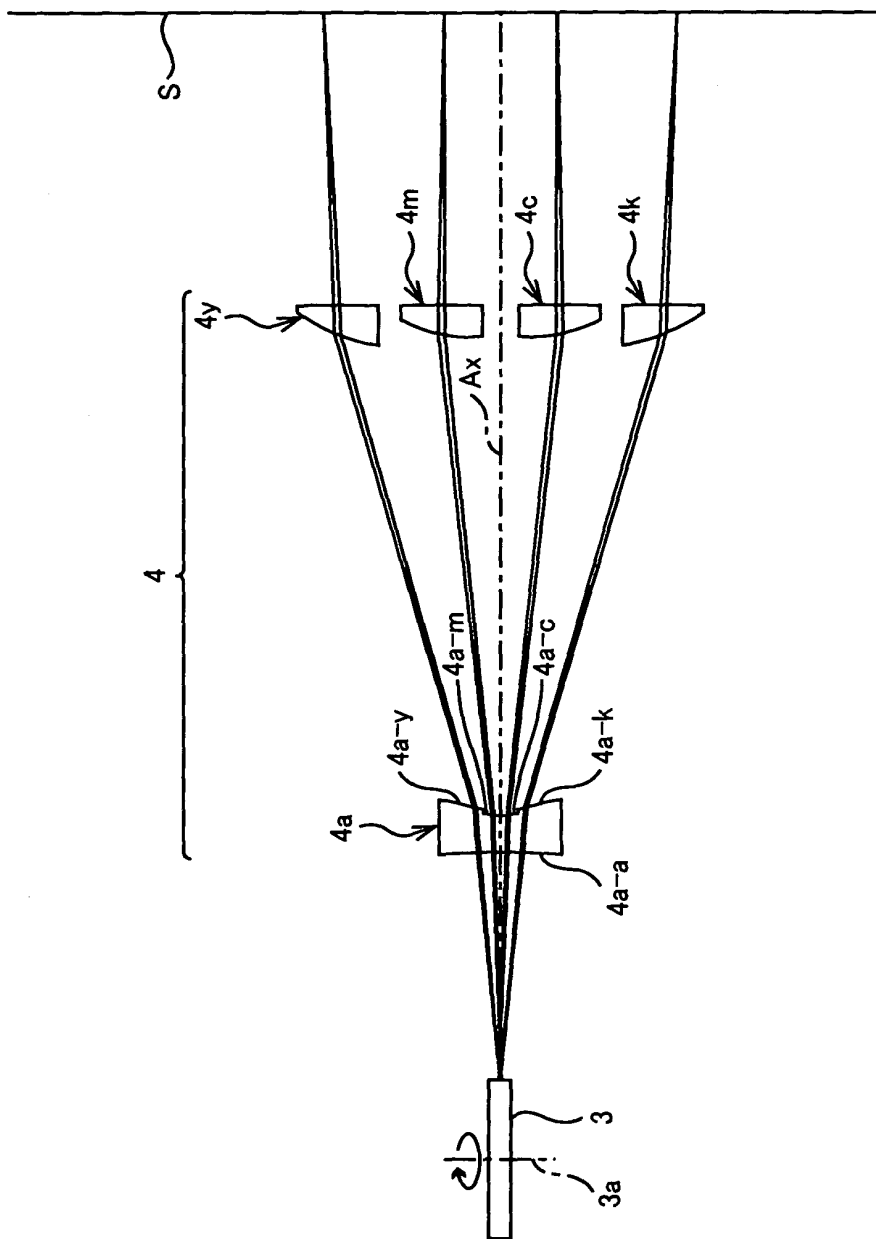
K 黒用感光ドラム

【書類名】 図面

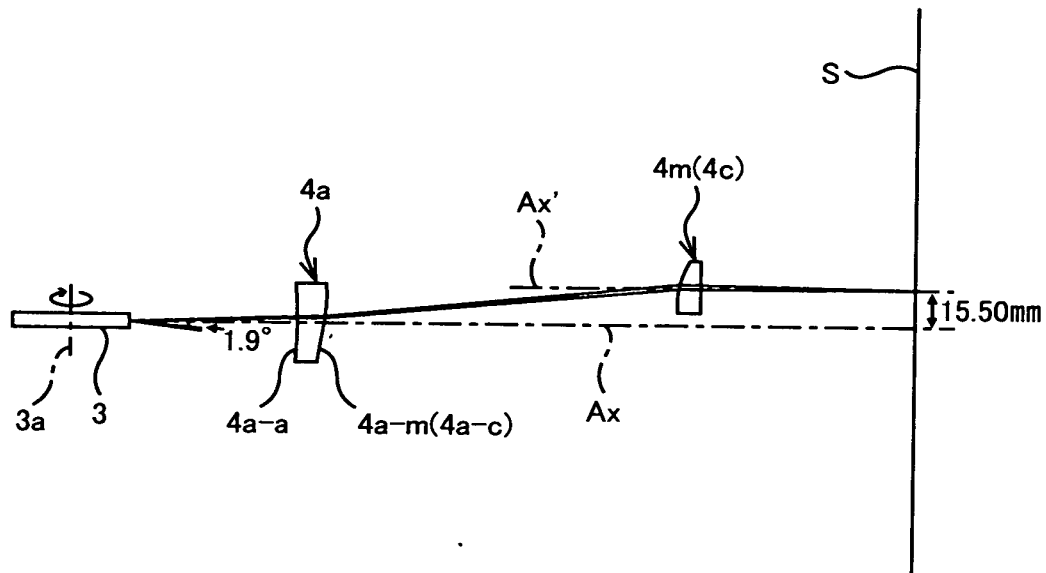
【図 1】



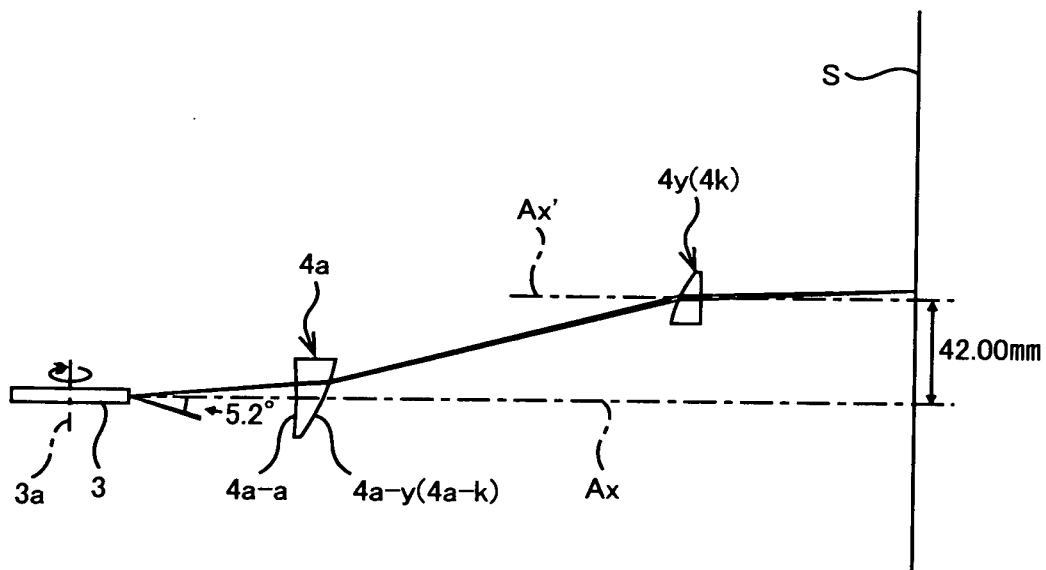
【図 2】



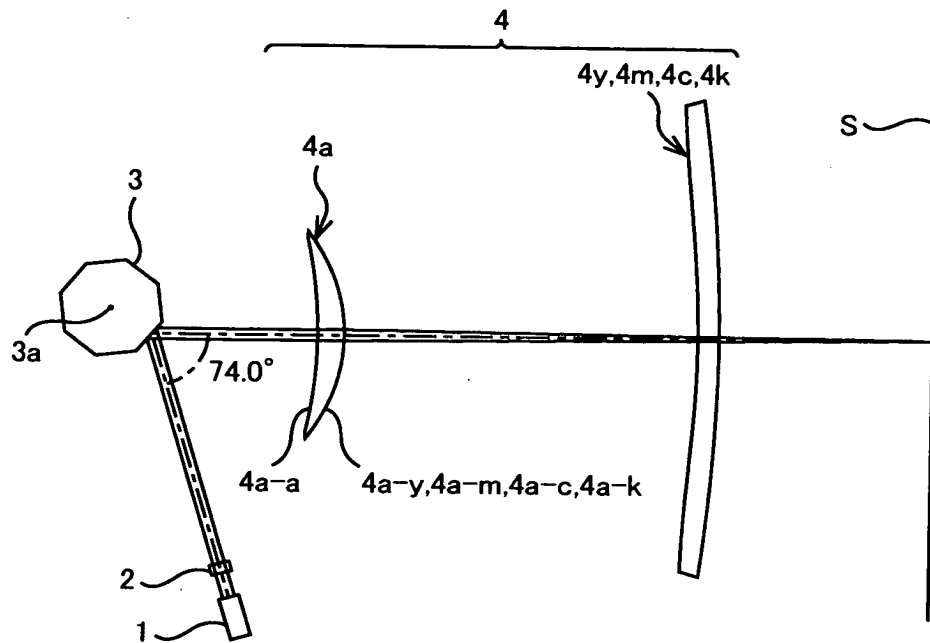
【図 3】



【図 4】

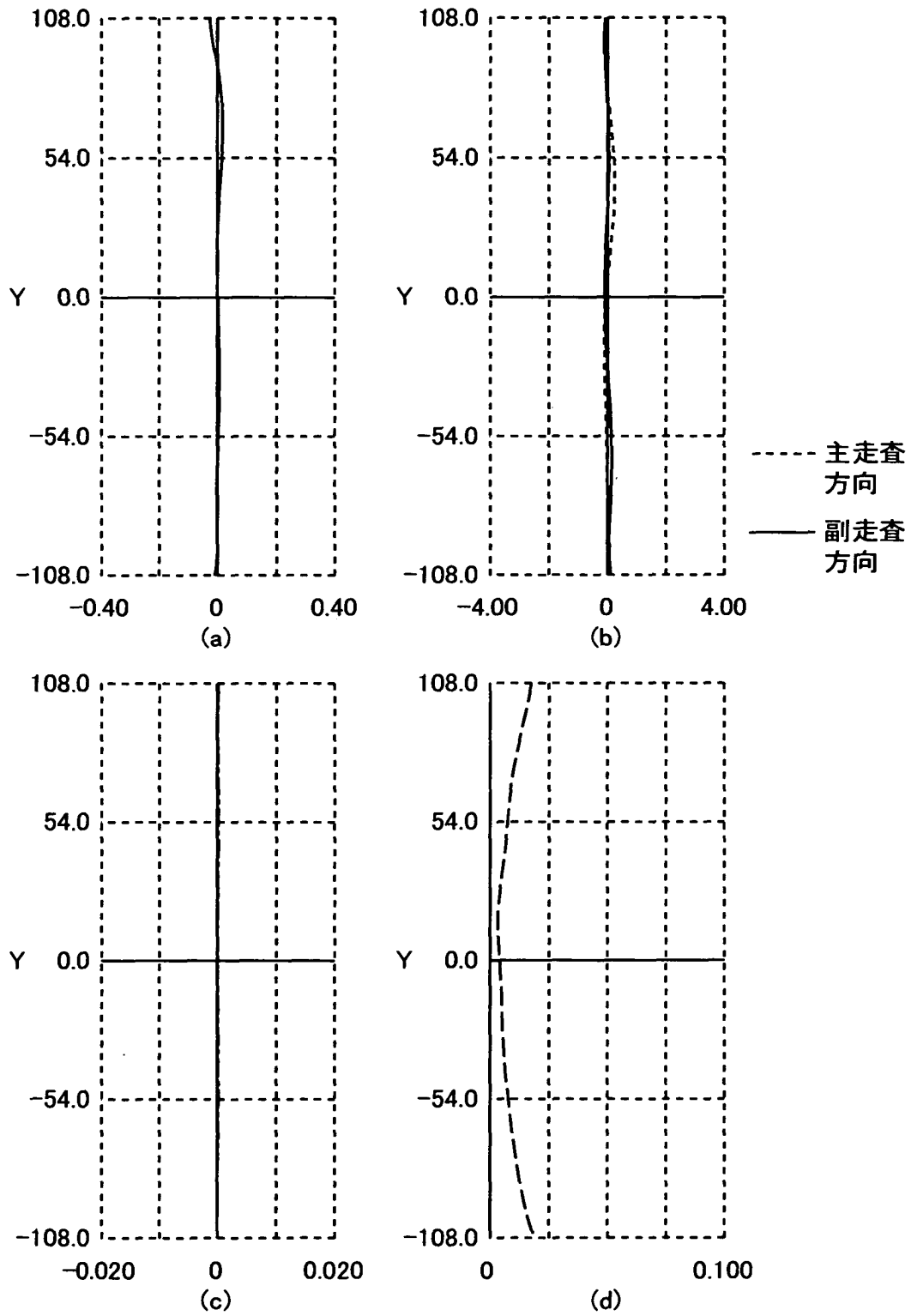


【図 5】

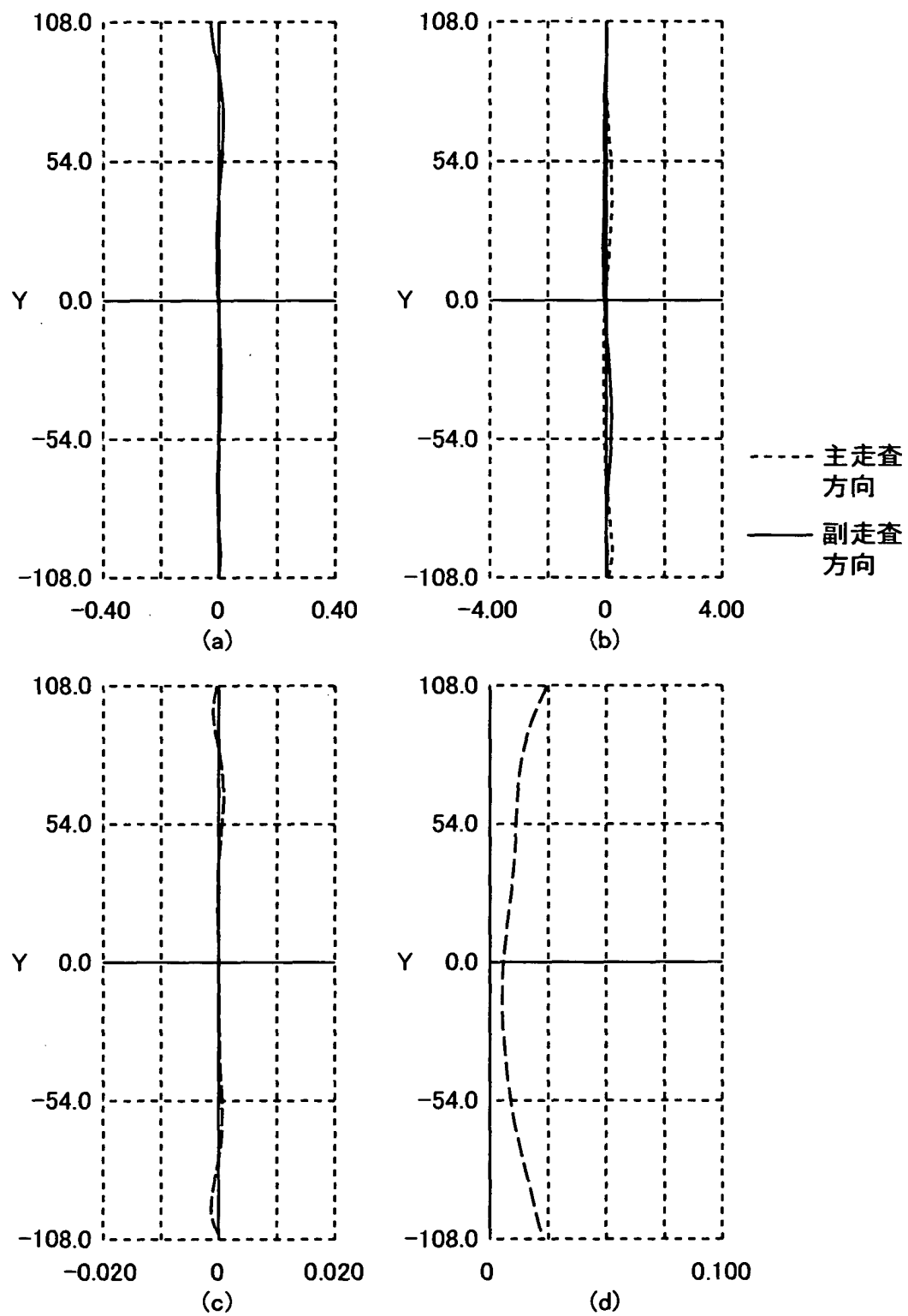




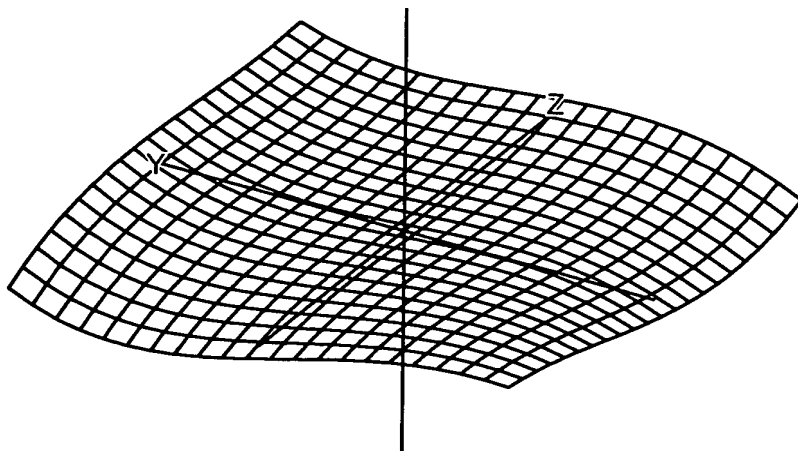
【図 6】



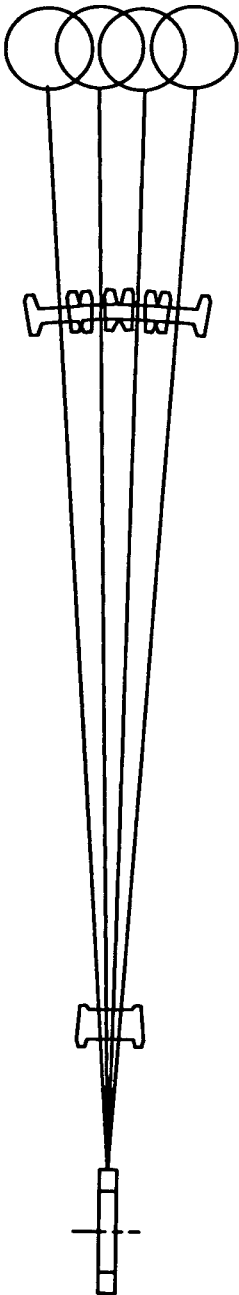
【図 7】



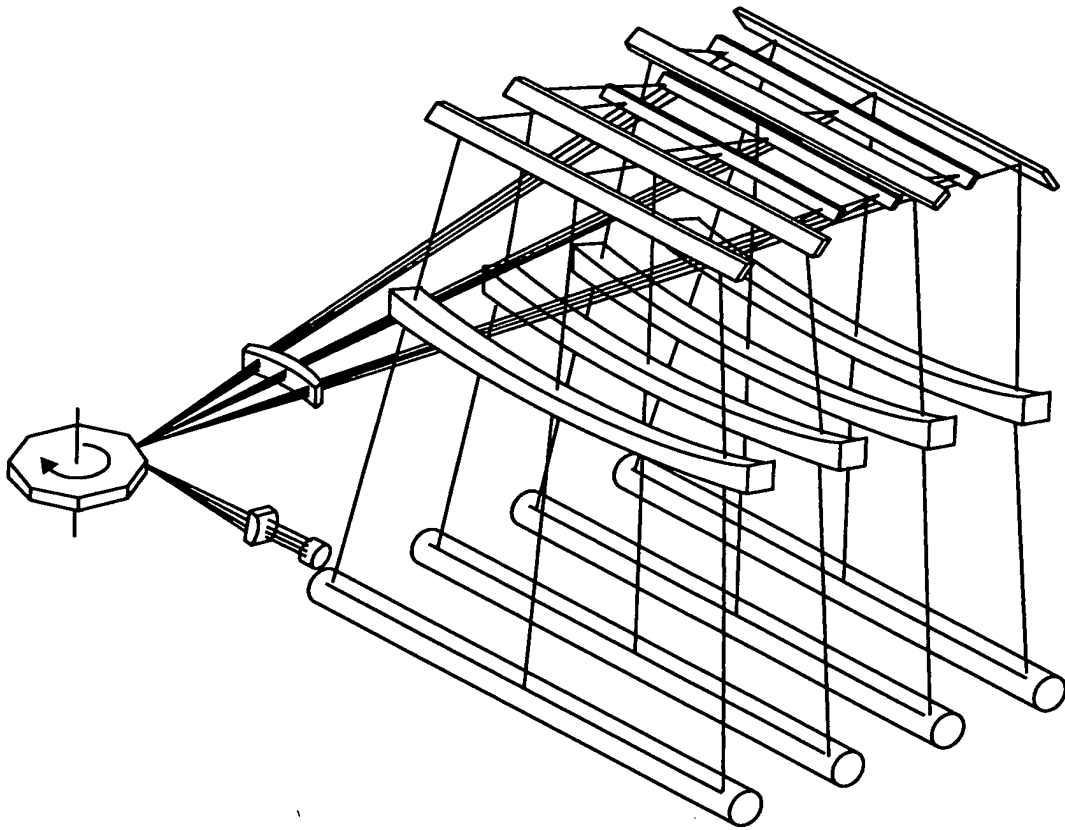
【図 8】



【図 9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

製造コストの増加及び色ずれの原因となるミラーを用いなくて済み、然も、光路長が長くなく且つ走査性能を低下させることなく感光ドラムの配置間隔にまで各レーザービームを十分に分離させ得る走査光学系を、提供する。

【解決手段】

結像光学系 4 を構成する前側レンズ群 4 a の後面と後側レンズ群 4 y, 4 m, 4 c, 4 k の前面とが二次元多項式非球面であるように、走査光学系を構成する。また、前側レンズ群 4 a の後面が主走査方向において高さの異なる不連続な段状の光学面であるように、走査光学系を構成する。

【選択図】 図 1

7

認定・付加情報

|         |                          |
|---------|--------------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 2 - 2 6 5 6 6 8 |
| 受付番号    | 5 0 2 0 1 3 6 1 4 2 1    |
| 書類名     | 特許願                      |
| 担当官     | 第一担当上席 0 0 9 0           |
| 作成日     | 平成 1 4 年 9 月 2 5 日       |

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 9月11日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000527]

1. 変更年月日 1990年 8月10日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都板橋区前野町2丁目36番9号  
氏 名 旭光学工業株式会社
2. 変更年月日 2002年10月 1日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 東京都板橋区前野町2丁目36番9号  
氏 名 ペンタックス株式会社